



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 52 476 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 16 H 61/12  
F 16 H 59/06

21 Aktenzeichen: 199 52 476.9  
22 Anmeldetag: 29. 10. 1999  
43 Offenlegungstag: 23. 5. 2001

DE 199 52 476 A 1

71 Anmelder:  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

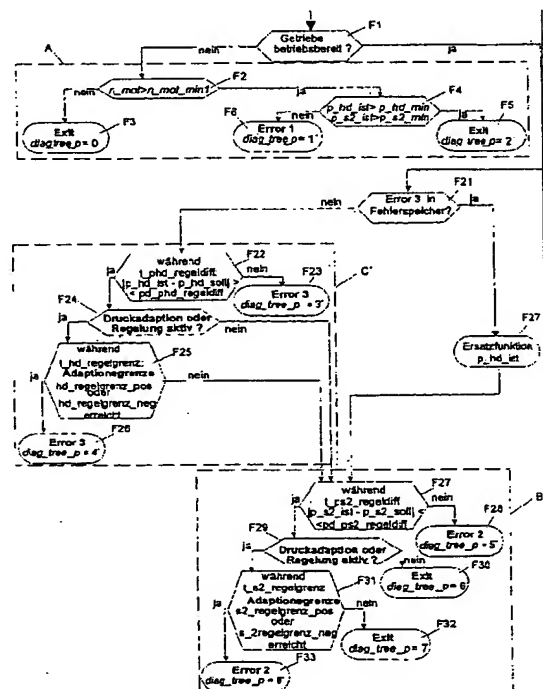
72 Erfinder:  
Löffler, Bernd, 88212 Ravensburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Steuerung eines CVT-Automatgetriebes

57 Es wird ein Verfahren zur Steuerung eines CVT-Automatgetriebes (1) beschrieben, bei dem ein sensierter Hauptdruck ( $p_{hd\_ist}$ ) und ein sensierter Anpreßdruck ( $p_{s2\_ist}$ ) einer Sekundärscheibe (7) als Signale an einer elektronischen Getriebesteuerung (8) eingehen. Dabei werden zur Diagnostizierung eines Fehlers in der Sensierung des Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) und/oder des Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) deren Ist-Werte oder aus diesen gebildete Vergleichsgrößen ( $|p_{hd\_ist} - p_{hd\_soll}|$ ,  $|p_{s3\_ist} - p_{s3\_soll}|$ ) mit applizierbaren, einem Bereich plausibler Druckwerte zugeordneten Schwellwerten ( $p_{hd\_min}$ ,  $p_{hd\_phd\_regeldiff}$ ,  $p_{s3\_min}$ ,  $p_{s3\_ps3\_regeldiff}$ ) verglichen.



DE 199 52 476 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines CVT-Automatgetriebes, bei dem eine Elektronische Getriebesteuerung einen Hauptdruck und einen Anpreßdruck einer Sekundärscheibe erfaßt, nach der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 näher definierten Art.

Moderne Automatgetriebe arbeiten mit einer Elektronischen Getriebesteuerung (EGS), mittels der kunden- und sicherheitsrelevante Kriterien erfüllt werden können. Die Elektronische Getriebesteuerung, welche in der Regel mit einer Motronik kommuniziert, verarbeitet dabei getriebe-, motor- und fahrzeugseitige Signale. Aus den Eingangssignalen und abgespeicherten Daten, wie Schaltkennlinien für Gänge, Abstimmparameter für Druckberechnung, Motoreingriff und Zeitstufen sowie Regler- und Diagnoseparametern, berechnet die Elektronische Getriebesteuerung mittels entsprechenden Programmodulen den richtigen Gang sowie optimale Druckverläufe für Schaltungen.

Um eine ordnungsgemäße Funktion des Automatgetriebes sicherzustellen, kommt der Zuverlässigkeit der Eingangssignale große Bedeutung zu, da ansonsten ein der Betriebssituation unangepaßtes Schaltprogramm gewählt wird, welches unter Umständen zu einer Beschädigung des Getriebes und einer Gefahrensituation im Betrieb führen kann.

Bei CVT-Automatgetrieben stellen neben den Drehzahlen der Primärscheibe und der Sekundärscheibe des Variators insbesondere der Hauptdruck und der Anpreßdruck der Sekundärscheibe, welcher entscheidend für die Momentenübertragungsfähigkeit des Variators ist, wichtige Eingangsgrößen dar, von deren Richtigkeit die Getriebesteuerung wesentlich abhängt.

Aus der DE 196 50 218 A1 ist ein Verfahren bekannt, um die ordnungsgemäße Funktion zweier Drehzahlsensoren, die dem Primär- und Sekundärkegelscheibenpaar zugeordnet sind, zu überwachen, wobei auch kurzzeitige Störungen der Drehzahlen erkannt werden und entsprechend flexibel darauf reagiert wird. Dies wird dadurch erreicht, daß bei Vorliegen eines stationären Zustandes während der Fahrt aus den Drehzahlensignalen der Primär- und Sekundärscheibe eine Übersetzung des Variators bestimmt wird und die Übersetzung einem ersten Kennfeld zugeordnet wird, wobei das Kennfeld einen Bereich zulässiger und Bereiche nicht zulässiger Übersetzungen aufweist. Ein Fehler wird sodann erkannt, wenn die Übersetzung in einem nicht zulässigen Bereich liegt, wobei mit Erkennen des Fehlers in einem ersten Schritt das Anpreßdruckniveau des Variators erhöht wird und bei weiterhin vorliegendem Fehler in einem zweiten Schritt ein Notfallprogramm aktiviert wird.

Während mit dem bekannten Verfahren eine Überwachung der von Drehzahlsensoren gelieferten Signale möglich ist, ist die Überprüfung der von Drucksensoren an die Elektronische Getriebesteuerung ausgegebenen Signale unbefriedigend.

In der Praxis sind zur Drucküberwachung zwei Sensoren vorgesehen, nämlich einer nach einer Hauptdruckversorgungspumpe und einer an der Sekundärscheibe bzw. ihrer Hydraulikkammer.

Wenn die Sensoren oder ihre Stromregler defekt sind, werden falsche Druckwerte ausgegeben. Gleiches gilt, wenn eine Störung in der Druckbereitstellung auftritt, wie z. B. bei einem mechanischen Defekt im Getriebe. Obwohl dann die Druckwerte außerhalb eines Toleranzbereichs liegen können, wird die Sensierung von der Elektronischen Getriebesteuerung nicht als defekt erkannt, so daß gegebenenfalls eine fehlerhafte Adaption durchgeführt wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung eines CVT-Automatgetriebes

bereitzustellen, bei dem eine Elektronische Getriebesteuerung einen Hauptdruck und einen Anpreßdruck einer Sekundärscheibe erfaßt, wobei die Druckwerte auf Plausibilität überprüft werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil, daß Störungen in der Sensierung des Hauptdruckes und des Anpreßdruckes der Sekundärscheibe des Variators zuverlässig erkannt werden, so daß eine Weiterverarbeitung unplausibler Druckwerte vermieden werden kann.

Da ein Ziel der Ansteuerung des CVT-Automatgetriebes darin besteht, das Druckniveau aus Verbrauchsgründen so hoch wie nötig, aber so niedrig wie möglich zu halten, kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine verbrauchsoptimierte Getriebesteuerung realisiert werden, mit der eine zu hohe Druckbereitstellung wegen eines Fehlers in der Drucksensierung verhindert wird.

Des weiteren ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch in vorteilhafter Weise sichergestellt, daß stark fehlerhafte Druckwerte zu keiner das Automatgetriebe schädigenden oder die Fahrzeugstabilität beeinträchtigenden Ansteuerung des CVT-Automatgetriebes führen können.

Weitere Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus den nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Es zeigt:

Fig. 1 ein vereinfachtes Systemschaubild eines CVT-Automatgetriebes;

Fig. 2 einen Ablaufplan eines Programmoduls zur parallelen Prüfung eines sensierten Hauptdruckes und eines sensierten Sekundärscheibendruckes;

Fig. 3 einen Ablaufplan eines weiteren Programmoduls zur seriellen Prüfung der sensierten Drücke; und

Fig. 4 einen Ablaufplan eines weiteren Programmoduls zur seriellen Prüfung der sensierten Drücke mit paralleler Überwachung einer Adaption dieser Drücke.

Bezug nehmend auf Fig. 1 ist ein stark vereinfachtes Systemschaubild eines CVT-Automatgetriebes 1 an sich bekannter Bauart dargestellt, wie es z. B. in der deutschen Publikation "ATZ Automobiltechnische Zeitschrift" 96, (1994), Seite 380, beschrieben ist. Dabei ist ein Variator 2 ersichtlich, welcher ein antriebsseitig angeordnetes Primärkegelscheibenpaar 3, ein Umschlingungsorgan 4 und ein abtriebsseitig angeordnetes Sekundärkegelscheibenpaar 5 aufweist. Sowohl das Primärkegelscheibenpaar 3 als auch das Sekundärkegelscheibenpaar 5 besteht aus einer in axialer Richtung feststehenden und einer in axialer Richtung über Druckbeaufschlagung beweglichen Primärscheibe 6 bzw. Sekundärscheibe 7. Über die axiale Position der beweglichen Primärscheibe 6 bzw. Sekundärscheibe 7 wird der Laufradius des Umschlingungsorgans 4, somit also die Übersetzung, bestimmt.

Eine Elektronische Getriebesteuerung (EGS) 8 mit einem elektronischen Steuergerät 9 erhält Signale u. a. von einem Wählhebel 10, einem Drehzahlsensor 11 Primärscheibe 6, einem Drehzahlsensor 12 der Sekundärscheibe 7, einem Hauptdruck-Sensor 13, einem Sekundärscheibendruck-Sensor 14 und weiteren symbolisch mit einem Pfeil 15 dargestellten Signalgebern. Aus diesen Eingangsgrößen bestimmt das elektronische Steuergerät 9 Funktionsparameter des CVT-Automatgetriebes 1, wie z. B. eine Übersetzung, einen Betriebspunkt und ein Druckniveau in der Primär- und Sekundärscheibe.

Die Sensoren 13, 14 zur Erfassung eines Hauptdruckes  $p_{shd}$  und eines Anpreßdruckes  $p_{ss2}$  an der Sekundärscheibe 7, über den die Anpressung zwischen Umschlin-

gungsorgan 4 und Sekundärkegelscheibenpaar 5 und somit die Momentenübertragungsfähigkeit des Systems bestimmt wird, stellen eine Einheit mit elektromagnetischen Druckreglern dar. Die Druckversorgung der Druckregler 13 und 14 erfolgt durch eine Hauptdruckförderpumpe 16, die das Hydraulikmedium aus einem Ölsumpf 17 über einen Filter 18 fördert.

Die von den Drucksensoren 13, 14 an die elektronische Getriebesteuerung 8 ausgegebenen Druckwerte werden mittels eines Programmoduls in dem elektronischen Steuergerät 9 auf Plausibilität geprüft.

Hierzu werden jeweils zwei unterschiedliche Abfragen durchgeführt, bei denen für jeden sensierten Druck eine Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp\_hd\_ist - p\_hd\_soll$  bzw.  $lp\_s2\_ist - p\_s2\_soll$  und eine Adaption oder Regelung, mit der versucht wird, den Ist-Druck an den Soll-Druck anzugleichen, geprüft wird.

Die Fig. 2 bis Fig. 4 zeigen jeweils einen Ablaufplan eines Programmoduls zur Überwachung der Drucksensorik des CVT-Automatgetriebes 1, wobei in Fig. 2 eine parallele Prüfung der sensierten Drücke, nämlich des Anpreßdrucks  $p\_s2\_ist$  an der Sekundärscheibe 7 und des Hauptdrucks  $p\_hd\_ist$ , in Fig. 3 eine serielle Prüfung der sensierten Drücke und in Fig. 4 eine serielle Prüfung der sensierten Drücke auf Plausibilität mit paralleler Überwachung der Adaption in der Elektronischen Getriebesteuerung 8 durchgeführt wird.

Anfangs wird in jedem Programmodul in einer Funktion F1 überprüft, ob das Automatgetriebe betriebsbereit ist, d. h. beispielsweise, daß eine Zündung eingeschaltet ist, daß sich die Motordrehzahl nach einem Start eingependelt hat und daß die Öldrücke im Getriebe eine Höhe erreicht haben, welche eine ausreichende Funktion des Getriebes gewährleistet. So lange keine Betriebsbereitschaft erkannt wird, wird ab einer Mindestmotordrehzahl  $n\_mot\_min1$  geprüft, ob ein minimales Druckniveau  $p\_hd\_min$  und  $p\_s2\_min$  auf beiden Druckzweigen überhaupt erreicht wird.

Ansonsten wird davon ausgegangen, daß ein Defekt in der Ölversorgung vorliegt. Liegt die Betriebsbereitschaft des Getriebes nicht vor und ist somit eine ausreichende Ölversorgung nicht gewährleistet, dann ist das Automatgetriebe noch nicht fahrbereit. Somit ist auch keine Überprüfung der sensierten Drücke auf Plausibilität sinnvoll.

Wenn in der Funktion F1 keine Betriebsbereitschaft des Automatgetriebes erkannt wird, so erfolgt in einem Programmteil A eine Überprüfung, ob ein regulärer Druckaufbau nach einem Motorstart vorliegt.

Hierzu wird in einer Funktion F2 geprüft, ob die Motordrehzahl  $n\_mot$  größer als ein applizierbarer Schwellwert für eine Mindestmotordrehzahl  $n\_mot\_min1$  ist.

Wenn das Abfrageergebnis der Funktion F2 negativ ist, d. h. daß die Motordrehzahl  $n\_mot$  unter dem Minimalwert für den Motorlauf liegt ab dem trotz korrekter Getriebefunktion kein Öldruck aufgebaut werden kann, wird die Diagnose abgebrochen und eine Funktion F3 zum Verlassen (Exit) des Diagnosebaums aktiviert.

Gleichzeitig wird eine Positionsangabe  $diag\_tree\_p = 0$  ausgegeben. Jedem möglichen Ausstieg aus dem Programm ist eine derartige Positionsangabe zugeordnet, mit der an einer geeigneten Anzeigevorrichtung die aktuelle Position in dem Programmodul überwacht werden kann. Auf diese Weise kann einfach festgestellt werden, welche Abfrage in dem Programmodul gerade durchgeführt wird.

Da an verschiedenen Ausstiegsmöglichkeiten aus dem Programmodul die Funktion zum Verlassen (Exit) oder ein und dieselbe Fehlermeldung möglich ist, erlaubt die Positionsangabe die genaue Zuordnung einer Ausstiegs- oder Fehlermeldung zu einer Abfrage, so daß das eingetretene

Ereignis exakt diagnostiziert werden kann und ein Fehler in dem Fehlerspeicher mit seiner Position abgespeichert werden kann. Des weiteren vereinfacht die Positionsangabe die Abstimmung und Analyse der jeweiligen Funktion bzw. deren Bedingung.

Wenn in der Funktion F2 erkannt wird, daß die Motordrehzahl  $n\_mot$  größer als die Schwelle  $n\_mot\_min1$  ist, wird in einer Funktion F4 geprüft, ob der sensierte Hauptdruck  $p\_hd\_ist$  größer als ein ihm zugeordneter Schwellwert  $p\_hd\_min$  und der Anpreßdruck  $p\_s2\_ist$  an der Sekundärscheibe 7 größer als ein diesem zugeordneter Schwellwert  $p\_s2\_min$  ist.

Wenn die Abfrage der Funktion F4 als Ergebnis liefert, daß die sensierten Drücke  $p\_hd\_ist$  und  $p\_s2\_ist$  größer als die jeweiligen Schwellwerte sind, wird eine "Exit"-Funktion F5 zum Verlassen des Diagnosebaums an einer Position  $diag\_tree\_p = 2$  aktiviert. Anderenfalls, d. h. wenn wenigstens einer der sensierten Drücke  $p\_hd\_ist$  und  $p\_s2\_ist$  unter dem ihm zugeordneten Schwellwert liegt, wird in einer Funktion F6 in dieser Situation, bei der sich der Hauptdruck  $p\_shd$  beim Motorstart nicht richtig aufbaut, zugeordneter Fehler "Error 1" ausgegeben und im Fehlerspeicher mit der Positionsangabe  $diag\_tree\_p = 1$  abgelegt.

Wenn man in dem Programmodul nach Fig. 2 zur Funktion F1 zurückgeht und den Verfahrensablauf für den Fall betrachtet, daß in der Funktion F1 eine Betriebsbereitschaft des Automatgetriebes erkannt wird, so erfolgt bei dieser Ausführung eine parallele Abfrage der sensierten Drücke  $p\_hd\_ist$  und  $p\_s2\_ist$ . Hierzu wird in einen Programmteil B zur Abfrage des Anpreßdruckes  $p\_s2\_ist$  an der Sekundärscheibe und in einen Programmteil C zur Abfrage des Hauptdruckes  $p\_hd\_ist$  verzweigt.

Betrachtet man zunächst den Programmteil B zur Abfrage des Anpreßdruckes  $p\_s2\_ist$ , wird in einer Funktion F7 während einer applizierbaren Zeit  $t\_ps2\_regel\ diff$ , welche eine lokale Filterzeit darstellt, die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp\_s2\_ist - p\_s2\_soll$  an der Sekundärscheibe 7 daraufhin überwacht, ob diese einen applizierbaren Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_ps2\_regel\ diff$ , welcher vorliegend 6 bar beträgt, überschreitet. Wenn die Funktion F7 das Ergebnis liefert, daß die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp\_s2\_ist - p\_s2\_soll$  an der Sekundärscheibe 7 nicht kleiner als der Schwellwert  $pd\_ps2\_regel\ diff$  ist, wird in einer nachfolgenden Funktion F8 eine für einen Fehler in der Drucksensierung an der Sekundärscheibe 7, hier für eine zu große Druckdifferenz, definierte Fehlermeldung "Error 2" an einer Position  $diag\_tree\_p = 3$  in dem Programmodul ausgegeben.

Wenn die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp\_s2\_ist - p\_s2\_soll$  an der Sekundärscheibe 7 noch zulässig ist, wird in einer Funktion F9 geprüft, ob eine Druckadaption oder -regelung zur Angleichung des Ist-Druckes  $p\_s2\_ist$  an den Soll-Druck  $p\_s2\_soll$  der Sekundärscheibe aktiv ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird in einer nachfolgenden Funktion F10 aus dem Diagnosebaum ausgetiegen und das Programmodul an einer Position  $diag\_tree\_p = 4$  verlassen.

Wenn, wie im vorliegenden Fall, eine Druckadaption oder Druckregelung vorgesehen ist und in der Funktion F9 als aktiv erkannt wird, wird in einer weiteren Funktion F11 geprüft, ob die Druckadaption oder -regelung in einer applizierten Zeit  $t\_s2\_regel\ grenz$  eine vorgegebene obere Adaption- oder Regelgrenze  $s2\_regel\ grenz\_pos$  oder eine untere Adaption- oder Regelgrenze  $s2\_regel\ grenz\_neg$  erreicht.

Die Druckadaption wird über einen an den Druckregler 14 der Sekundärscheibe 7 geführten Strom  $i\_s2$  vorgenommen. Die Stromstärke ist über eine Kennlinie einem erforderlichen Druck an dem Druckregler 14 zugeordnet. Dabei ist ein die Kennlinie umgebendes Offset-Band von vorliegend  $\pm 50$  mA vorgesehen, welches von der oberen Adap-

tions- bzw. Regelgrenze  $s2\_regelgrenz\_pos$  und der unteren Adaptions- bzw. Regelgrenze  $s2\_regelgrenz\_neg$  begrenzt wird. Innerhalb dieses Offset-Bandes sind Stromstärkenänderungen zur Adaption des Drucks zulässig.

Für die Angleichung des Ist-Druckes  $p\_s2\_ist$  bzw.  $p\_hd\_ist$  an den zugehörigen Soll-Druck  $p\_s2\_soll$  bzw.  $p\_hd\_soll$  ist sowohl eine Adaption als auch eine Regelung denkbar.

Wenn weder die obere noch die untere Adaptionsgrenze als erreicht erkannt wird, wird in einer weiteren "Exit"-Funktion F12 das Programmmodul an einer Position  $diag\_tree\_p = 5$  verlassen.

Falls aber die obere oder die untere Adaptions- oder Regelgrenze erreicht wird, wird in einer Funktion F13 die Fehlermeldung "Error 2" für eine zu große Druckdifferenz an der Sekundärscheibe 7 ausgegeben und mit einer Position  $diag\_tree\_p = 6$  in den Fehlerspeicher geschrieben.

Analog zu dem Programmteil B zur Abfrage des Anpreßdruckes  $p\_s2\_ist$  ist der parallel ablaufende Programmteil C zur Abfrage des Hauptdruckes  $p\_hd\_ist$  strukturiert.

So wird zunächst in einer Funktion F14 während einer applizierbaren lokalen Filterzeit  $t\_phd\_regeldiff$  die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp\_hd\_ist - p\_hd\_soll$  des Hauptdrucks daraufhin überwacht, ob diese einen applizierbaren Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_phd\_regeldiff$  überschreitet. Wenn die Funktion F14 das Ergebnis liefert, daß die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp\_hd\_ist - p\_hd\_soll$  des Hauptdrucks nicht kleiner als der Schwellwert  $pd\_phd\_regeldiff$  ist, wird in einer nachfolgenden Funktion F15 eine für einen Fehler in der Drucksensierung des Hauptdrucks, vorliegend für eine zu große Druckdifferenz, definierte Fehlermeldung "Error 3" an einer Position  $diag\_tree\_p = 7$  ausgegeben und in den Fehlerspeicher geschrieben.

Wenn die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp\_hd\_ist - p\_hd\_soll$  des Hauptdrucks noch zulässig ist, wird in einer Funktion F16 geprüft, ob eine Druckadaption oder -regelung zur Angleichung des Ist-Druckes  $p\_hd\_ist$  an den Soll-Druck  $p\_hd\_soll$  der Hauptdruckversorgung aktiv ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird in einer nachfolgenden Funktion F17 aus dem Diagnosebaum ausgestiegen und das Programmmodul an einer Position  $diag\_tree\_p = 8$  verlassen.

Im Falle, daß eine Druckadaption oder -regelung in der Funktion F16 als aktiv erkannt wird, wird in einer weiteren Funktion F18 geprüft, ob die Druckadaption oder -regelung in einer applizierten Zeit  $t\_hd\_regelgrenz$  eine vorgegebene obere Adaptions- oder Regelgrenze  $hd\_regelgrenz\_pos$  oder eine untere Adaptions- oder Regelgrenze  $hd\_regelgrenz\_neg$  erreicht. Dabei bilden die Adaptionsgrenzen wiederum einen oberen und einen unteren Rand eines Offset-Bandes um eine Kennlinie, in der eine Stromstärke zur Ansteuerung des Hauptdruck-Druckreglers 13 in Abhängigkeit eines erforderlichen Hauptdruckes abgelegt ist.

Wenn weder die obere noch die untere Adaptions- oder Regelgrenze als erreicht erkannt wird, d. h. daß sich die Variation des Stroms des Druckreglers 13 für den Hauptdruck  $p\_shd$  innerhalb dieses Offset-Bandes bewegt bzw. innerhalb der Regelgrenzen, wird in einer weiteren "Exit"-Funktion F19 das Programmmodul an einer Position  $diag\_tree\_p = 9$  verlassen, wobei hier wie bei jedem anderen Ausstieg aus dem Programmmodul zu dessen Beginn zurückverzweigt wird.

Wird aber die obere oder die untere Adaptions- oder Regelgrenze  $hd\_regelgrenz\_pos$  bzw.  $hd\_regelgrenz\_neg$  erreicht, dann wird in einer Funktion F20 die Fehlermeldung "Error 3" für eine zu große Druckdifferenz des sensierten Hauptdrucks ausgegeben und mit einer Position  $diag\_tree\_p = 10$  in dem Fehlerspeicher festgehalten, so daß anhand eines Fehlerprotokolls verifizierbar ist, daß ein Fehler in der

Drucksensierung des Hauptdruckes wegen Erreichen einer Adaptions- oder Regelgrenze vorliegt.

In Fig. 3 ist ein Programmmodul zur Überwachung der Drucksensorik dargestellt, bei dem für den Fall, daß das Getriebe nicht betriebsbereit ist, der Programmteil A wie in Fig. 2 durchlaufen wird. Wenn aber in der Funktion F1 eine Betriebsbereitschaft des Getriebes erkannt wird, so erfolgt hier eine serielle Abfrage der sensierten Drücke  $p\_hd\_ist$  und  $p\_s2\_ist$ , wobei zunächst der sensierte Hauptdruck  $p\_hd\_ist$  in einem Programmteil C' und gegebenenfalls anschließend der sensierte Anpreßdruck  $p\_s2\_ist$  an der Sekundärscheibe in einem Programmteil B' auf Plausibilität überprüft wird.

Mit der Priorisierung des Hauptdruckes  $p\_hd\_ist$  wird in vorteilhafter Weise berücksichtigt, daß der Anpreßdruck  $p\_s2\_ist$  an der Sekundärscheibe 7 von der Versorgung mit dem Hauptdruck  $p\_hd\_ist$  abhängt, so daß eine eventuelle Fehlererkennung bei der Sensierung des Hauptdruckes  $p\_hd\_ist$  bei der Überwachung des Anpreßdruckes  $p\_s2\_ist$  an der Sekundärscheibe berücksichtigt wird.

Der Übersichtlichkeit wegen sind Positionsangaben in dem Programmmodul nach Fig. 3 mit einem Apostroph versehen.

Wenn in der Funktion F1 eine Betriebsbereitschaft des Automatgetriebes erkannt wird, so wird in einer nachfolgenden Funktion F21 abgefragt, ob der Fehler "Error 3", d. h. ein Fehler in der Sensierung des Hauptdruckes  $p\_hd\_ist$ , bereits in einem vorherigen Programmdurchlauf detektiert wurde und in dem Fehlerspeicher gespeichert ist.

Bei negativem Abfrageergebnis, d. h. daß kein Fehler "Error 3" in dem Fehlerspeicher abgelegt ist, wird der Hauptdruck in dem Programmteil C' abgefragt. Der Aufbau des Programmteils C' entspricht dabei im wesentlichen dem des Programmteils C in Fig. 2.

Dabei wird zunächst in einer Funktion F22, die der Funktion F14 in Fig. 2 entspricht, während der applizierbaren Zeit  $t\_phd\_regeldiff$  die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp\_hd\_ist - p\_hd\_soll$  des Hauptdrucks daraufhin überwacht, ob diese kleiner als der applizierbare Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_phd\_regeldiff$  ist. Bei negativem Abfrageergebnis wird in einer nachfolgenden Funktion F23 die für einen Fehler in der Drucksensierung des Hauptdruckes vorgesehene Fehlermeldung "Error 3" mit einer Positionsangabe  $diag\_tree\_p = 3'$  ausgegeben und in den Fehlerspeicher geschrieben.

Wenn die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp\_hd\_ist - p\_hd\_soll$  des Hauptdrucks noch zulässig ist, wird in einer Funktion F24 geprüft, ob eine Druckadaption oder -regelung aktiv ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird in dem Programmteil B' zur Abfrage des Anpreßdruckes  $p\_s2\_ist$  an der Sekundärscheibe verzweigt.

Falls eine Druckadaption- oder -regelung in der Funktion F24 als aktiv erkannt wird, wird in einer weiteren Funktion F25, die der Funktion F18 in Fig. 2 entspricht, geprüft, ob die Druckadaption oder -regelung in einer applizierten Zeit  $t\_hd\_regelgrenz$  die obere Adaptionsgrenze  $hd\_regelgrenz\_pos$  oder die untere Adaptions- oder Regelgrenze  $hd\_regelgrenz\_neg$  erreicht.

Wenn festgestellt wird, daß die Adaption oder Regelung innerhalb der Grenzen stattfindet, wird in dem Programmteil B' zur Abfrage des Anpreßdruckes  $p\_s2\_ist$  an der Sekundärscheibe verzweigt. Wird aber die obere oder die untere Adaptions- oder Regelgrenze  $hd\_regelgrenz\_pos$  bzw.  $hd\_regelgrenz\_neg$  erreicht, dann wird in einer Funktion F26 die Fehlermeldung "Error 3" ausgegeben und mit einer Position  $diag\_tree\_p = 4'$  in dem Fehlerspeicher festgehalten.

Wenn die Abfrage in der Funktion F21 das Ergebnis liefert, daß bereits ein Fehler in der Sensierung des Hauptdruck-

kes  $p_{hd\_ist}$  im Fehlerspeicher steht, wird ohne Abfrage des Hauptdruckes  $p_{hd\_ist}$  direkt in den Programmteil B' zur Abfrage des Anpreßdruckes  $p_{s2\_ist}$  an der Sekundärscheibe verzweigt, wobei zunächst eine Ersatzfunktion F27 aktiviert wird. Diese gibt vor, daß der Hauptdruck  $p_{hd\_ist}$  korrekt ist, womit von einem Sensordefekt ausgegangen wird.

Danach wird der Programmteil B', welcher in seinem Aufbau im wesentlichen dem des Programmteils B in Fig. 2 entspricht, gestartet. So wird zunächst in einer Funktion F27, die der Funktion F7 in Fig. 2 entspricht, während einer Filterzeit  $t_{phd\_regeldiff}$  geprüft, ob die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp_{s2\_ist} - p_{s2\_soll}$  an der Sekundärscheibe kleiner als der applizierbare Druckdifferenz-Schwellwert  $pd_{ps2\_regeldiff}$  ist. Bei negativem Abfrageergebnis wird in einer nachfolgenden Funktion F28 die für einen Fehler in der Drucksensierung des Sekundärscheibendruckes definierte Fehlermeldung "Error 2" an einer Position  $diag\_tree\_p = 5'$  ausgegeben und in den Fehlerspeicher geschrieben.

Bei noch zulässiger Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp_{s2\_ist} - p_{s2\_soll}$  an der Sekundärscheibe wird in einer Funktion F29 abgefragt, ob eine Druckadaption oder -regelung aktiv ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird in einer nachfolgenden Funktion F30 das Programmmodul an einer Position  $diag\_tree\_p = 6'$  verlassen. Im Falle, daß eine Druckadaption oder -regelung als aktiv erkannt wird, wird in einer weiteren Funktion F31, die der Funktion F11 in Fig. 2 entspricht, geprüft, ob die Druckadaption oder -regelung in der applizierbaren Zeit  $t_{s2\_regelgrenz}$  ihre obere Adaptions- oder Regelgrenze  $s2\_regelgrenz\_pos$  oder ihre untere Adaptions- oder Regelgrenze  $s2\_regelgrenz\_neg$  erreicht.

Wenn sich die Varierung des Stroms des Druckreglers 14 für den Sekundärscheibendruck  $p_{s2\_ist}$  innerhalb der Adaptions- oder Regelgrenzen bewegt, wird in einer "Exit"-Funktion F32 das Programmmodul an einer Position  $diag\_tree\_p = 7'$  verlassen und an dessen Beginn zurückverzweigt. Wird aber die obere oder die untere Adaptions- oder Regelgrenze  $s2\_regelgrenz\_pos$  bzw.  $s2\_regelgrenz\_neg$  erreicht, dann wird in einer Funktion F33 die Fehlermeldung "Error 2" für eine zu große Druckdifferenz des sensierten Sekundärscheibendruckes ausgegeben und mit einer Position  $diag\_tree\_p = 8'$  in dem Fehlerspeicher festgehalten.

Die Fig. 4 zeigt ein weiteres Programmmodul zur Überwachung der Drucksensoren, wobei nach der Feststellung in der Funktion F1, daß das Automatgetriebe betriebsbereit ist, parallel zur Abfrage des sensierten Hauptdruckes  $p_{hd\_ist}$  und des Anpreßdruckes  $p_{s2\_ist}$  an der Sekundärscheibe auf Einhaltung der jeweils zulässigen Ist-Soll-Druckdifferenz die Überwachung der Adaptions- oder Regelgrenzen für die Adaption oder Regelung dieser Drücke durchgeführt wird.

Auf diese Weise kann eine sehr vorteilhafte Zeitersparnis beim Durchlauf des Programmmoduls erzielt werden. Die Abarbeitung des Programmmoduls nach Fig. 4 erweist sich auch deshalb als besonders schnell, da wie bei der Ausführung nach Fig. 3 eine Priorisierung der Abfrage des Hauptdruckes  $p_{hd\_ist}$  vorgenommen wird. Somit kann auf eine unnötige Abarbeitung des Programmteils zur Überwachung des Sekundärscheibendruckes  $p_{s2\_ist}$  im Falle eines Hauptdruckproblems verzichtet werden bzw. es kann bei bereits detektiertem Fehler in der Sensierung des Hauptdruckes  $p_{hd\_ist}$  durch eine Verzögerungszeit sichergestellt werden, daß der Sekundärscheibendruck  $p_{s2\_ist}$  erst dann wieder abgefragt wird, wenn sich eine Ersatzfunktion für den Hauptdruck  $p_{hd\_ist}$  stabilisiert hat und somit eine Fehlerdetektion im Sekundärscheibendruck  $p_{s2\_ist}$  infolge eines Hauptdruckfehlers ausgeschlossen werden kann.

Der Ablauf des Programmmoduls in Fig. 4 zeigt, daß bei nicht betriebsbereitem Automatgetriebe wie bei den Ausführungen nach Fig. 2 und Fig. 3 der Programmteil A durchlaufen wird. Wenn jedoch Betriebsbereitschaft erkannt wird, wird zunächst der sensierte Hauptdruck  $p_{hd\_ist}$  in einem Programmteil C' und gegebenenfalls anschließend der sensierte Anpreßdruck  $p_{s2\_ist}$  an der Sekundärscheibe in einem Programmteil B'' auf Plausibilität überprüft.

Der Übersichtlichkeit wegen sind Positionsangaben in dem Programmmodul nach Fig. 4 mit einem Doppel-Apostroph versehen.

Wie in Fig. 4 zu sehen ist, wird in dem Programmteil C'' zur Abfrage auf einen Hauptdruckfehler in einer Funktion F34, die der Funktion F24 in Fig. 3 entspricht, geprüft, ob eine Druckadaption oder -regelung aktiv ist. Bei negativem Abfrageergebnis wird in einer Funktion F35 ein zum Verlassen des Programmmoduls führender Status S1 ausgegeben, und bei positivem Abfrageergebnis wird in einer Funktion F36 abgefragt, ob während der lokalen Filterzeit  $t_{hd\_regelgrenz}$  die obere Adaptions- oder Regelgrenze  $hd\_regelgrenz\_pos$  oder die untere Adaptions- oder Regelgrenze  $hd\_regelgrenz\_neg$  erreicht wird. Sofern die Adaption oder Regelung länger als die Filterzeit  $t_{hd\_regelgrenz}$  an einem der genannten Anschläge ist, wird in einer Funktion F37 ein Status S2 gesetzt, welcher zu einer Fehlererkennung führt. Wenn die Adaption oder Regelung jedoch während der Filterzeit  $t_{hd\_regelgrenz}$  innerhalb der Adaptions- oder Regelgrenzen durchgeführt wird, wird in einer Funktion F38 ein Status S3 ausgegeben.

Parallel dazu wird in einer Funktion F39 abgefragt, ob der Soll-Hauptdruck  $p_{hd\_soll}$  zwischen einer unteren Erfassungsgrenze  $ps\_hderf\_min$  und einer oberen Erfassungsgrenze  $ps\_hderf\_max$  des Hauptdruck-Sensors 13 liegt.

Da der Hauptdruck-Sensor 13 nur den Wert der Erfassungsgrenze, welcher bei der oberen hier z. B. 40 bar betragen kann, erkennt solange der reale Hauptdruck über oder unter der Erfassungsgrenzen liegt, ergibt sich bereits bei einem vorliegenden Soll-Hauptdruck  $p_{hd\_soll}$  eine Soll-Ist-Druckdifferenz, so daß die Diagnose bei Über- bzw. Unterschreiten der Erfassungsgrenzen abgeschaltet werden muß. Für diesen Fall wird in einer anschließenden Funktion F40 ein Status S4 ausgegeben.

Wenn der Soll-Hauptdruck  $p_{hd\_soll}$  zwischen den Erfassungsgrenzen des Hauptdruck-Sensors 13 ist, wird in einer weiteren Funktion F41, die der Funktion F22 in Fig. 3 entspricht, eine Abfrage gestartet, ob während der lokalen Filterzeit  $t_{phd\_regeldiff}$  die Soll-Ist-Druckdifferenz  $lp_{hd\_ist} - p_{hd\_soll}$  des Hauptdruckes innerhalb des applizierbaren Druckdifferenz-Schwellwertes  $pd_{phd\_regeldiff}$  liegt.

Sofern der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd_{phd\_regeldiff}$  länger als die Filterzeit  $t_{phd\_regeldiff}$  überschritten wird, wird in einer Funktion F42 ein zu einer Fehlermeldung führender Status S6 gesetzt. Anderenfalls, wenn der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd_{phd\_regeldiff}$  nicht überschritten wird, wird in einer Funktion F43 ein Status S5 ausgegeben.

In einer Funktion F44 zur Statusabfrage werden die Status-Ausgaben der Funktionen F35 bis F38 und F40 bis F43 verglichen.

Wenn Status S2 und S4 vorliegen, d. h. eine Adaptions- oder Regelgrenze und die Erfassungsgrenze des Hauptdruck-Sensors überschritten ist, oder wenn Status S2 und S5 vorliegen, d. h. eine Adaptions- oder Regelgrenze überschritten und der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd_{phd\_regeldiff}$  nicht überschritten ist, dann wird die Fehlermeldung "Error 3" mit einer Positionsangabe  $diag\_tree\_p = 3'$  in einer Funktion F45 ausgegeben.

Falls Status S6 und S1 vorliegen, d. h. der Druckdiffe-

renz-Schwellwert  $pd\_phd\_regeldiff$  überschritten und keine Druckadaption oder -regelung als aktiv erkannt wird, oder wenn Status S6 und S3 vorliegen, d. h. der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_phd\_regeldiff$  überschritten und die Adaption oder Regelung während der Filterzeit  $t\_hd\_regelgrenz$  innerhalb der Adaptions- oder Regelgrenzen durchgeführt wird, wird die Fehlermeldung "Error 3" mit einer Positionsangabe  $diag\_tree\_p = 4$  in einer Funktion F46 festgehalten.

Wenn Status S2 und S6 vorliegen, d. h. eine der Adaptions- oder Regelgrenzen und der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_phd\_regeldiff$  überschritten ist, dann wird ebenfalls die Fehlermeldung "Error 3" mit einer Positionsangabe  $diag\_tree\_p = 5$  in einer Funktion F47 in den Fehlerspeicher geschrieben.

Wenn hingegen Status S1 und S4 vorliegen, d. h. keine Druckadaption oder -regelung als aktiv erkannt wird und die Erfassungsgrenze des Hauptdruck-Sensors überschritten ist, wird eine "Exit"-Funktion F48 zum Verlassen des Programmoduls an einer Position  $diag\_tree\_p = 6$  aktiviert, da eine Verzweigung zur Abfrage des Sekundärscheibendrucks nicht sinnvoll ist.

Wenn in einer Funktion F49 an einer Position  $diag\_tree\_p = 7$  erkannt wird, daß Status S5 und S3 vorliegen, d. h. der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_phd\_regeldiff$  und die Adaptions- oder Regelgrenzen nicht überschritten werden, oder daß Status S1 und S3 vorliegen, d. h. keine Druckadaption oder -regelung aktiv ist und somit auch keine Adaptions- oder Regelgrenzen überschritten werden, oder daß Status S1 und S5 vorliegen, d. h. keine Druckadaption oder -regelung aktiv ist und der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_phd\_regeldiff$  nicht überschritten wird, dann wird die Sensierung des Hauptdrucks als ordnungsgemäß erkannt. Nach Sicherstellen der Hauptdruckbereitstellung kann somit das Programmodul B zur Abfrage des Sekundärscheibendrucks gestartet werden.

Der Übergang von dem Programmteil C zur Überwachung der Hauptdrucksensierung zu dem Programmteil B zur Überwachung der Sekundärscheibendrucksensierung wird nach Diagnostizierung eines Fehlers und Auftreten der Fehlermeldung "Error 3" in einer der Funktionen F45, F46, F47 in einer anschließenden Funktion F50 um eine Verzögerungszeit  $t\_verzögerung$  hinausgezögert, um den Aufbau einer Ersatzfunktion für den Hauptdruck  $p\_shd$  sicherzustellen.

Damit wird die Möglichkeit eines Folgefehlers bei der Überwachung der Sekundärscheibendrucksensierung in dem Programmteil B aufgrund mangelnder Bereitstellung des Hauptdrucks vermieden. Die Verzögerungszeit  $t\_verzögerung$  ist zu applizieren und beträgt vorliegend 1000 ms.

Mit dem Starten der Ersatzfunktion wird der von dem Hauptdruck-Sensor gelieferte Druckwert ignoriert, da er unplausibel ist. Der Hauptdruck wird statt dessen ohne Adaption oder Regelung rein gesteuert, wobei die Steuerung gemäß einer vordefinierten, mit einem Sicherheits-Offset beaufschlagten Kennlinie, bei der einem Soll-Hauptdruck eine Stromstärke des Druckreglers zugeordnet ist, durchgeführt wird.

Sobald die Ersatzfunktion gestartet wird, beginnt die Verzögerungszeit zu laufen. Bei einem Rücksetzen der Ersatzfunktion, d. h. wenn der detektierte Fehler nicht mehr vorliegt, wird auch die Verzögerungszeit zurückgesetzt.

Wenn die Funktion F50 das Ergebnis liefert, daß die Verzögerungszeit abgelaufen ist, wird in den Programmteil B zur Überwachung der Sekundärscheibendrucksensierung, welcher im wesentlichen wie der Programmteil C strukturiert ist, weiterverzweigt.

Dabei wird zunächst in einer Funktion F51 geprüft, ob eine Druckadaption oder -regelung aktiv ist. Bei negativem

Abfrageergebnis wird in einer Funktion F52 ein Status S3' ausgegeben, und bei positivem Abfrageergebnis wird in einer Funktion F53 abgefragt, ob während der lokalen Filterzeit  $t\_s2\_regelgrenz$  die obere Adaptions- oder Regelgrenze  $s2\_regelgrenz\_pos$  oder die untere Adaptionsgrenze  $s2\_regelgrenz\_neg$  erreicht wird. Wenn letzteres gegeben ist, wird in einer Funktion F54 ein Status S1' gesetzt, welcher zu einer Fehlererkennung führt. Bleibt die Adaption oder Regelung jedoch während der Filterzeit  $t\_s2\_regelgrenz$  innerhalb der Adaptions- oder Regelgrenzen, wird in einer Funktion F55 ein Status S2' ausgegeben.

Parallel dazu wird in einer Funktion F56 abgefragt, ob der Soll-Anpreßdruck  $p\_s2\_soll$  an der Sekundärscheibe 7 zwischen einer unteren Erfassungsgrenze  $ps\_s2erf\_min$  und einer oberen Erfassungsgrenze  $ps\_s2erf\_max$  des Sekundärscheibendruck-Sensors liegt. Bei negativem Abfrageergebnis, d. h. bei Über- bzw. Unterschreiten der Erfassungsgrenzen, wird die Diagnose abgeschaltet und in einer anschließenden Funktion F57 ein Status S4' ausgegeben.

Wenn der Soll-Anpreßdruck  $p\_s2\_soll$  an der Sekundärscheibe zwischen den Erfassungsgrenzen des Sekundärscheibendruck-Sensors ist, wird in einer weiteren Funktion F58 abgefragt, ob während der lokalen Filterzeit  $t\_ps2\_regeldiff$  die Ist-Soll-Druckdifferenz innerhalb des applizierbaren Druckdifferenz-Schwellwertes  $pd\_ps2\_regeldiff$  liegt.

Bei negativem Abfrageergebnis, d. h. der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_ps2\_regeldiff$  wird während der Filterzeit  $t\_ps2\_regeldiff$  überschritten, wird in einer Funktion F59 ein zu einer Fehlermeldung führender Status S6' gesetzt. Anderenfalls, wenn der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_ps2\_regeldiff$  nicht überschritten wird, wird in einer Funktion F60 ein Status S5' ausgegeben.

Die Status-Ausgaben der Funktionen F52, F54, F55 und F57 bis F60 werden an eine Funktion FG1 zur Statusabfrage ausgegeben und dort verglichen.

Wenn Status S1' und S4' vorliegen, d. h. eine Adaptions- oder Regelgrenze und die Erfassungsgrenze des Sekundärscheibendruck-Sensors überschritten ist, oder wenn Status S1' und S5' vorliegen, d. h. eine Adaptions- oder Regelgrenze überschritten und der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_ps2\_regeldiff$  nicht überschritten ist, dann wird die Fehlermeldung "Error 2" mit einer Positionsangabe  $diag\_tree\_p = 10$  in einer Funktion F62 ausgegeben.

Falls Status S6' und S2' vorliegen, d. h. der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_ps2\_regeldiff$  überschritten und die Adaption oder Regelung innerhalb der Adaptions- oder Regelgrenzen durchgeführt wird, oder wenn Status S6' und S3' vorliegen, d. h. eine unzulässige Soll-Ist-Druckdifferenz und keine Druckadaption oder Regelung erkannt wird, wird die Fehlermeldung "Error 2" mit einer Positionsangabe  $diag\_tree\_p = 11$  in einer Funktion F63 festgehalten.

Wenn Status S1' und S6' vorliegen, d. h. eine der Adaptions- oder Regelgrenzen und der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_ps2\_regeldiff$  überschritten ist, dann wird ebenfalls die Fehlermeldung "Error 2" mit einer Positionsangabe  $diag\_tree\_p = 12$  in einer Funktion F64 in den Fehlerspeicher geschrieben.

Wenn hingegen Status S3' und S4' vorliegen, d. h. keine Druckadaption oder -regelung erkannt wird und die Erfassungsgrenze des Sekundärscheibendruck-Sensors überschritten ist, wird eine "Exit"-Funktion F65 zum Verlassen des Programmoduls an einer Position  $diag\_tree\_p = 14$  aktiviert und an den Anfang des Programmoduls zurückverzweigt.

Wenn in einer Funktion F66 an einer Position  $diag\_tree\_p = 15$  erkannt wird, daß Status S3' und S2' vorliegen, d. h. keine Druckadaption oder -regelung aktiv ist und somit auch keine Adaptions- oder Regelgrenzen überschritten werden,



oder daß Status S2' und S5' vorliegen, d. h. die Adaption- oder Regelgrenzen und der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_ps2\_regeldiff$  nicht überschritten werden, oder daß Status S3' und S5' vorliegen, d. h. keine Druckadaption oder -regelung aktiv ist und der Druckdifferenz-Schwellwert  $pd\_ps2\_regeldiff$  nicht überschritten wird, wird die Drucksensierung des Anpreßdruckes an der Sekundärscheibe als ordnungsgemäß erkannt und an den Beginn des Programmmoduls zurückverzweigt.

Es ist somit festzustellen, daß derensierte Druckwert immer dann, wenn einer der Fehler "Error 1", "Error 2", "Error 3" erkannt wird, unplausibel ist. Eine Reaktion hierauf kann sein, daß die Druckadaption oder -regelung deaktiviert wird, um zu verhindern, daß diese fehlerhaft adaptiert oder regelt und eine Ist-Soll-Druckdifferenz womöglich noch vergrößert. Nach Deaktivierung der Druckadaption oder -regelung können die Druckregler rein gesteuert betrieben werden, wobei der gesteuerte Druck mit einem zusätzlichen Sicherheitswert beaufschlagt wird.

Bei den vorliegenden Ausführungen ist vorgesehen, daß bei einer Fehlererkennung in der Drucksensierung wie bei der Erkennung einer unzulässigen Übersetzung anhand von Drehzahlen der Kegelscheibenpaare 3, 4 durch ein weiteres Programmmodul der Elektronischen Getriebesteuerung 8 zunächst das Anpreßdruckniveau des Variators erhöht wird und bei weiterhin vorliegendem Fehler in einem weiteren Schritt ein Notfahrprogramm aktiviert wird.

Selbstverständlich können in hiervon abweichenden Ausführungen aus der Fehlererkennung in der Drucksensierung auch andere geeignete Konsequenzen gezogen werden.

#### Bezugszeichen

- 1 CVT-Automatgetriebe
- 2 Variator
- 3 Primärkegelscheibenpaar
- 4 Umschlingungsorgan
- 5 Sekundärkegelscheibenpaar
- 6 Primärscheibe
- 7 Sekundärscheibe
- 8 Elektronische Getriebesteuerung (EGS)
- 9 elektronisches Steuergerät
- 10 Wählhebel
- 11 Drehzahlsensor
- 12 Drehzahlsensor
- 13 Hauptdruck-Sensor, Druckregler
- 14 Sekundärscheibendruck-Sensor, Druckregler
- 15 Signalgeber
- 16 Hauptdruckförderpumpe
- 17 Ölsumpf
- 18 Filter
- A, A', A" Programmteil zur Überprüfung eines Druckaufbaus
- B, B', B" Programmteil zur Überprüfung des Sekundärscheibendruckes
- C, C', C" Programmteil zur Überprüfung des Hauptdrucks
- diag\_tree\_p Positionsangabe
- Error 1 Fehler beim Aufbau des Hauptdrucks
- Error 2 Fehler in der Drucksensierung des Sekundärscheibendruckes
- Error 3 Fehler in der Drucksensierung des Hauptdrucks
- F Funktion
- hd\_regelgrenz\_neg untere Adaption- oder Regelgrenze für Adaption oder Regelung des Hauptdrucks
- hd\_regelgrenz\_pos obere Adaption- oder Regelgrenze für Adaption oder Regelung des Hauptdrucks
- n\_mot Motordrehzahl
- n\_mot\_min1 applizierbarer Schwellwert für statische Mo-

- tordrehzahl
- p\_hd\_ist sensierter Hauptdruck
- p\_hd\_min Schwellwert für sensierten Hauptdruck
- p\_hd\_soll Sollwert für Hauptdruck
- lp\_hd\_ist - p\_hd\_soll Soll-Ist-Druckdifferenz des Hauptdrucks
- p\_s2\_ist sensierter Anpreßdruck an der Sekundärscheibe, Sekundärscheibendruck
- p\_s2\_min Schwellwert für Sekundärscheibendruck
- p\_s2\_soll Sollwert für Sekundärscheibendruck
- lp\_s2\_ist - p\_s2\_soll Soll-Ist-Druckdifferenz des Sekundärscheibendruckes
- pd\_phd\_regeldiff applizierbarer Druckdifferenz-Schwellwert
- pd\_ps2\_regeldiff applizierbarer Druckdifferenz-Schwellwert
- ps\_hderf\_max obere Erfassungsgrenze des Hauptdruck-Sensors
- ps\_hderf\_min untere Erfassungsgrenze des Hauptdruck-Sensors
- ps\_s2erf\_max obere Erfassungsgrenze des Sekundärscheibendruck-Sensors
- ps\_s2erf\_min untere Erfassungsgrenze des Sekundärscheibendruck-Sensors
- S Status
- s2\_regelgrenz\_neg untere Adaption- oder Regelgrenze für Adaption oder Regelung des Sekundärscheibendruckes
- s2\_regelgrenz\_pos obere Adaption- oder Regelgrenze für Adaption oder Regelung des Sekundärscheibendruckes
- t\_hd\_regelgrenz applizierbare Zeit
- t\_phd\_regeldiff applizierbare lokale Filterzeit
- t\_ps2\_regeldiff applizierbare lokale Filterzeit
- t\_s2\_regelgrenz applizierbare Zeit
- t\_verzoerger Verzögerungszeit zum Aufbau einer Ersatzfunktion für den Hauptdruck

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines CVT-Automatgetriebes, bei dem ein sensierter Hauptdruck und ein sensierter Anpreßdruck einer Sekundärscheibe als Signale an einer Elektronischen Getriebesteuerung eingehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Diagnostizierung eines Fehlers in der Sensierung des Hauptdrucks ( $p\_hd\_ist$ ) und/oder des Anpreßdruckes ( $p\_s2\_ist$ ) der Sekundärscheibe (7) deren Ist-Werte oder aus diesen gebildete Vergleichsgrößen ( $lp\_hd\_ist - p\_hd\_soll$ ,  $lp\_s2\_ist - p\_s2\_soll$ ) mit applizierbaren, einem Bereich plausibler Druckwerte zugeordneten Schwellwerten ( $p\_hd\_min$ ,  $pd\_phd\_regeldiff$ ,  $p\_s2\_min$ ,  $pd\_ps2\_regeldiff$ ) verglichen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ist-Werte des sensierten Hauptdrucks ( $p\_hd\_ist$ ) und des Anpreßdruckes ( $p\_s2\_ist$ ) der Sekundärscheibe (7) in einem betriebsbereiten Zustand des CVT-Automatgetriebes (1) parallel auf Plausibilität geprüft werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ist-Werte des sensierten Hauptdrucks ( $p\_hd\_ist$ ) und des Anpreßdruckes ( $p\_s2\_ist$ ) der Sekundärscheibe (7) in einem betriebsbereiten Zustand des CVT-Automatgetriebes (1) seriell auf Plausibilität geprüft werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der sensierte Hauptdruck ( $p\_hd\_ist$ ) vor dem sensierten Anpreßdruck ( $p\_s2\_ist$ ) der Sekundärscheibe (7) auf Plausibilität geprüft wird, wobei eine Prüfung des Anpreßdruckes ( $p\_s2\_ist$ ) der Sekundär-

scheibe (7) bei einem erkannten Fehler in der Sensierung des Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) unterbleibt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler (Error 2, Error 3) erkannt wird, wenn eine Soll-Ist-Druckdifferenz ( $lp_{hd\_ist} - p_{hd\_soll}$ ) des Hauptdruckes oder eine Soll-Ist-Druckdifferenz ( $lp_{s2\_ist} - p_{s2\_soll}$ ) des Anpreßdruckes der Sekundärscheibe (7) in einer applizierbaren Zeit ( $t_{phd\_regeldiff}$ ,  $t_{ps2\_regeldiff}$ ) einen zugeordneten Schwellwert ( $pd_{phd\_regeldiff}$ ,  $pd_{ps2\_regeldiff}$ ) überschreitet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer erkannten Druckadaption oder -regelung zur Angleichung des sensierten Druckwertes ( $p_{hd\_ist}$ ,  $p_{s2\_ist}$ ) an einen zugeordneten Sollwert ( $p_{hd\_soll}$ ,  $p_{s2\_soll}$ ) ein Fehler (Error 2, Error 3) erkannt wird, wenn während einer applizierbaren Zeit ( $t_{hd\_regelgrenz}$ ,  $t_{s2\_regelgrenz}$ ) eine obere Adaptionen oder Regelgrenze ( $hd\_regelgrenz\_pos$ ,  $s2\_regelgrenz\_pos$ ) oder eine untere Adaptionen- oder Regelgrenze ( $hd\_regelgrenz\_neg$ ,  $s2\_regelgrenz\_neg$ ) erreicht wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei keiner oder als zulässig erkannten Druckadaption oder -regelung zur Angleichung des sensierten Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) an einen zugeordneten Sollwert ( $p_{hd\_soll}$ )

a) im Falle einer parallelen Prüfung von sensiertem Hauptdruck ( $p_{hd\_ist}$ ) und Anpreßdruck ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) eine Funktion (F10, F12) zum Verlassen des Programmoduls aktiviert wird; und

b) im Falle einer seriellen Prüfung von sensiertem Hauptdruck ( $p_{hd\_ist}$ ) und Anpreßdruck ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) zur Prüfung des Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) verzweigt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Funktion (F10, F12) zum Verlassen des Programmoduls aktiviert wird, wenn keine oder eine zulässige Druckadaption oder -regelung zur Angleichung des sensierten Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) an einen zugeordneten Sollwert ( $p_{s2\_soll}$ ) erkannt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß vor der seriellen Prüfung von sensiertem Hauptdruck ( $p_{hd\_ist}$ ) und Anpreßdruck ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) geprüft wird, ob ein Fehler (Error 3) in der Sensierung des Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) bereits in einem Fehlerspeicher abgelegt ist, wobei im Falle eines positiven Prüfergebnisses direkt die Prüfung des Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) gestartet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß vor Aktivierung eines Programmteils (B') zur Prüfung des Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) eine Ersatzfunktion (F27) zur Bereitstellung eines Hauptdruck-Druckwertes gestartet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig zur seriellen Prüfung der Ist-Werte des sensierten Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) und des Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) auf Plausibilität eine Prüfung auf Aktivierung einer Druckadaption - oder Regelung zur Angleichung des jeweiligen sensierten Druckwertes ( $p_{hd\_ist}$ ,  $p_{s2\_ist}$ ) an einen zugeordneten Soll-Druckwert ( $p_{hd\_soll}$ ,  $p_{s2\_soll}$ ) und Zulässigkeit der Druckadaption oder -regelung durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß vor Prüfung (F41, F58) einer Soll-Ist-Druckdifferenz ( $lp_{hd\_ist} - p_{hd\_soll}$ ,  $lp_{s2\_ist} - p_{s2\_soll}$ ) des Hauptdruckes oder des Anpreßdruckes der Sekundärscheibe (7) auf Zulässigkeit abgefragt wird, ob der jeweilige Soll-Druckwert ( $p_{hd\_soll}$ ,  $p_{s2\_soll}$ ) zwischen einer oberen Erfassungsgrenze ( $ps_{hderf\_max}$ ,  $ps_{s2erf\_max}$ ) und einer unteren Erfassungsgrenze ( $ps_{hderf\_min}$ ,  $ps_{s2erf\_min}$ ) eines jeweils zugeordneten Sensors (13, 14) liegt.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Programmteil (B'') zur Prüfung des Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) auf Plausibilität aktiviert wird, wenn in einer Zusammenfassung (F49) der Ergebnisse der Prüfung des sensierten Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) und der hierzu parallelen Prüfung der Druckadaption des Hauptdruckes die Sensierung des Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) als ordnungsgemäß erkannt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensierung des Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) als ordnungsgemäß erkannt wird, wenn der Druckdifferenz-Schwellwert ( $pd_{phd\_regeldiff}$ ) nicht überschritten wird und die Adaptionen- oder Regelgrenzen ( $hd\_regelgrenz\_pos$ ,  $hd\_regelgrenz\_neg$ ) nicht überschritten werden oder keine Druckadaption oder -regelung aktiv ist (F49).

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler (Error 3) in der Sensierung des Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) erkannt wird, wenn eine Adaptionen- oder Regelgrenze ( $hd\_regelgrenz\_pos$ ,  $hd\_regelgrenz\_neg$ ) und/oder der Druckdifferenz-Schwellwert ( $pd_{phd\_regeldiff}$ ) überschritten wird (F45, F46, F47).

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler (Error 2) in der Sensierung des Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) erkannt wird, wenn eine Adaptionen- oder Regelgrenze ( $s2\_regelgrenz\_pos$ ,  $s2\_regelgrenz\_neg$ ) und/oder der Druckdifferenz-Schwellwert ( $pd_{ps2\_regeldiff}$ ) überschritten wird (F62, F63, F64).

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Funktion (F48, F65) zum Verlassen des Programmoduls aktiviert wird, wenn

a) in dem Programmteil (C'') zur Prüfung des Hauptdruckes ( $p_{hd\_ist}$ ) auf Plausibilität keine Druckadaption oder -regelung erkannt wird und eine Erfassungsgrenze ( $ps_{hderf\_min}$ ,  $ps_{hderf\_max}$ ) des Hauptdruck-Sensors (13) überschritten wird, oder

b) in dem Programmteil (B'') zur Prüfung des Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) auf Plausibilität keine Druckadaption oder -regelung erkannt wird und die Erfassungsgrenze ( $ps_{s2erf\_min}$ ,  $ps_{s2erf\_max}$ ) des Sekundärscheibendruck-Sensors (14) überschritten wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensierung des Anpreßdruckes ( $p_{s2\_ist}$ ) der Sekundärscheibe (7) als ordnungsgemäß erkannt wird, wenn der Druckdifferenz-Schwellwert ( $pd_{ps2\_regeldiff}$ ) nicht überschritten wird und die Adaptionengrenzen ( $s2\_regelgrenz\_pos$ ,  $s2\_regelgrenz\_neg$ ) nicht überschritten werden oder keine Druckadaption oder -regelung aktiv ist (F66).

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erkennung eines Fehlers (Error 3) in der Sensierung des Hauptdruckes



- (p\_hd\_ist) vor Aktivierung des Programnteils (B'') zur Prüfung des Anpreßdruckes (p\_s2\_ist) der Sekundärscheibe (7) eine Verzögerungszeit (t\_verzögerung) zur Bereitstellung eines Hauptdruck-Druckwertes in einer Ersatzfunktion (F50) gestartet wird. 5
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei "nicht betriebsbereitem" CVT-Automatgetriebe eine Überprüfung gestartet wird, ob ein regulärer Druckaufbau nach einem Motorstart vorliegt. 10
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Funktion (F3) zum Verlassen des Programmoduls aktiviert wird, wenn
- a) die Motordrehzahl (n\_mot) unter einem applizierbaren Schwellwert für eine statische Motordrehzahl (n\_mot\_min1) liegt; oder 15
  - b) die Motordrehzahl n\_mot über dem Schwellwert für eine statische Motordrehzahl (n\_mot\_min1) liegt und in einer nachfolgenden Abfrage (F4) festgestellt wird, daß derensierte 20
- Hauptdruck (p\_hd\_ist) und derensierte Anpreßdruck (p\_s2\_ist) an der Sekundärscheibe (7) größer als ein jeweils zugeordneter Schwellwert (p\_hd\_min, p\_s2\_min) sind.
22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler (Error 1) im Aufbau des Hauptdruckes (p\_hd\_ist) nach einem Motorstart erkannt wird, wenn die Motordrehzahl (n\_mot) über dem Schwellwert für eine statische Motordrehzahl (n\_mot\_min1) liegt und in einer nachfolgenden Abfrage (F4) festgestellt wird, daß derensierte Hauptdruck (p\_hd\_ist) oder derensierte Anpreßdruck (p\_s2\_ist) an der Sekundärscheibe (7) kleiner als ein jeweils zugeordneter Schwellwert (p\_hd\_min, p\_s2\_min) ist. 35
23. Elektronische Getriebesteuerung (8) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 22, mit einem elektronischen Steuergerät (9), das mit einem Hauptdruck-Sensor (13) und einem Sekundärscheibendruck-Sensor (14) verbunden ist und zur Prüfung der von diesen sensierten Druckwerten (p\_hd\_ist, p\_s2\_ist) auf Plausibilität ein Programmmodul aufweist, welches einen Programnteil (C, C', C'') zur Überwachung auf Fehler in der Sensierung des Hauptdruckes (p\_hd\_ist) und einen Programnteil (B, B', B'') zur Überwachung auf Fehler in der Sensierung des Anpreßdruckes (p\_s2\_ist) an der Sekundärscheibe (7) eines CVT-Automatgetriebes (1) umfaßt. 40 45

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

- Leerseite -

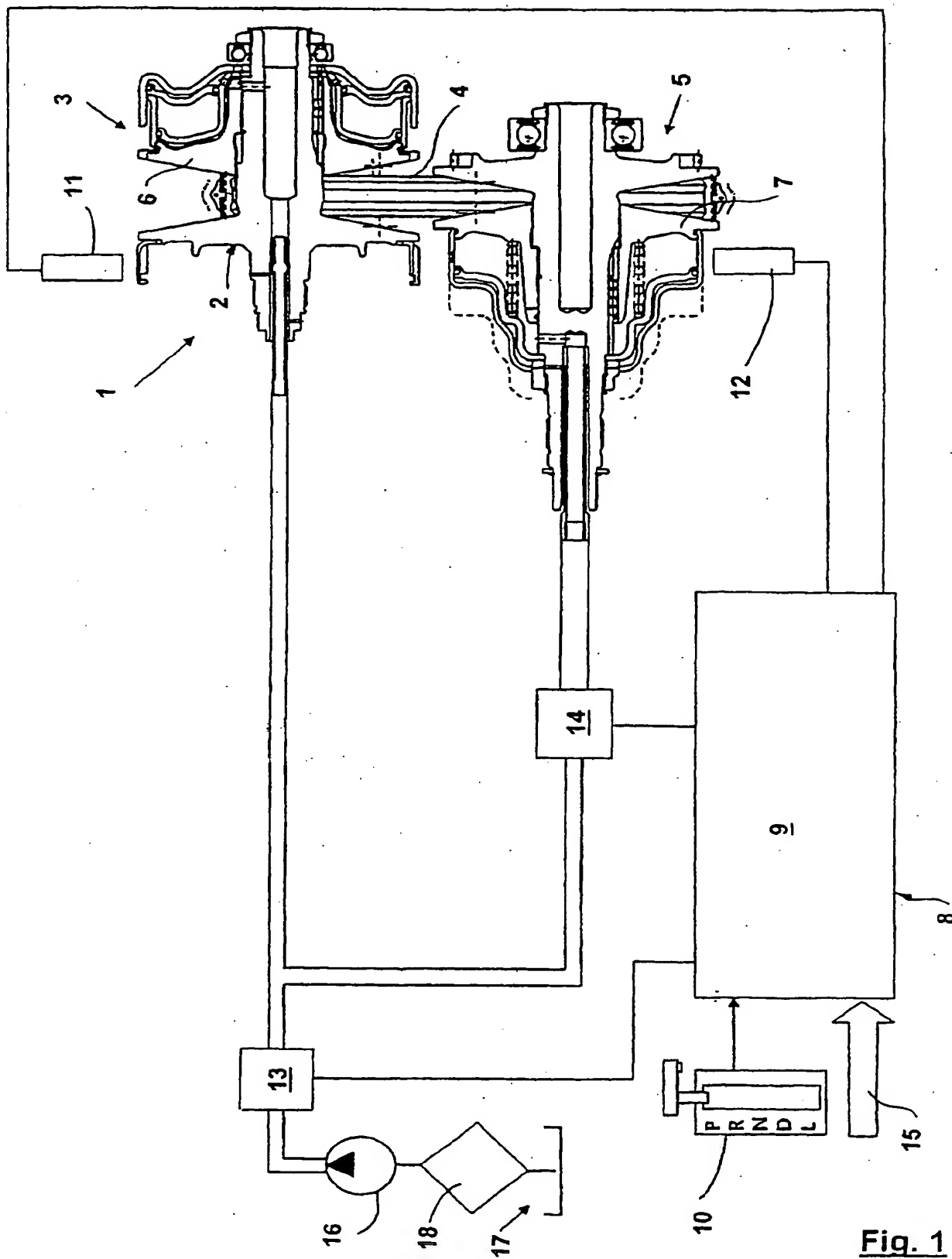


Fig. 1

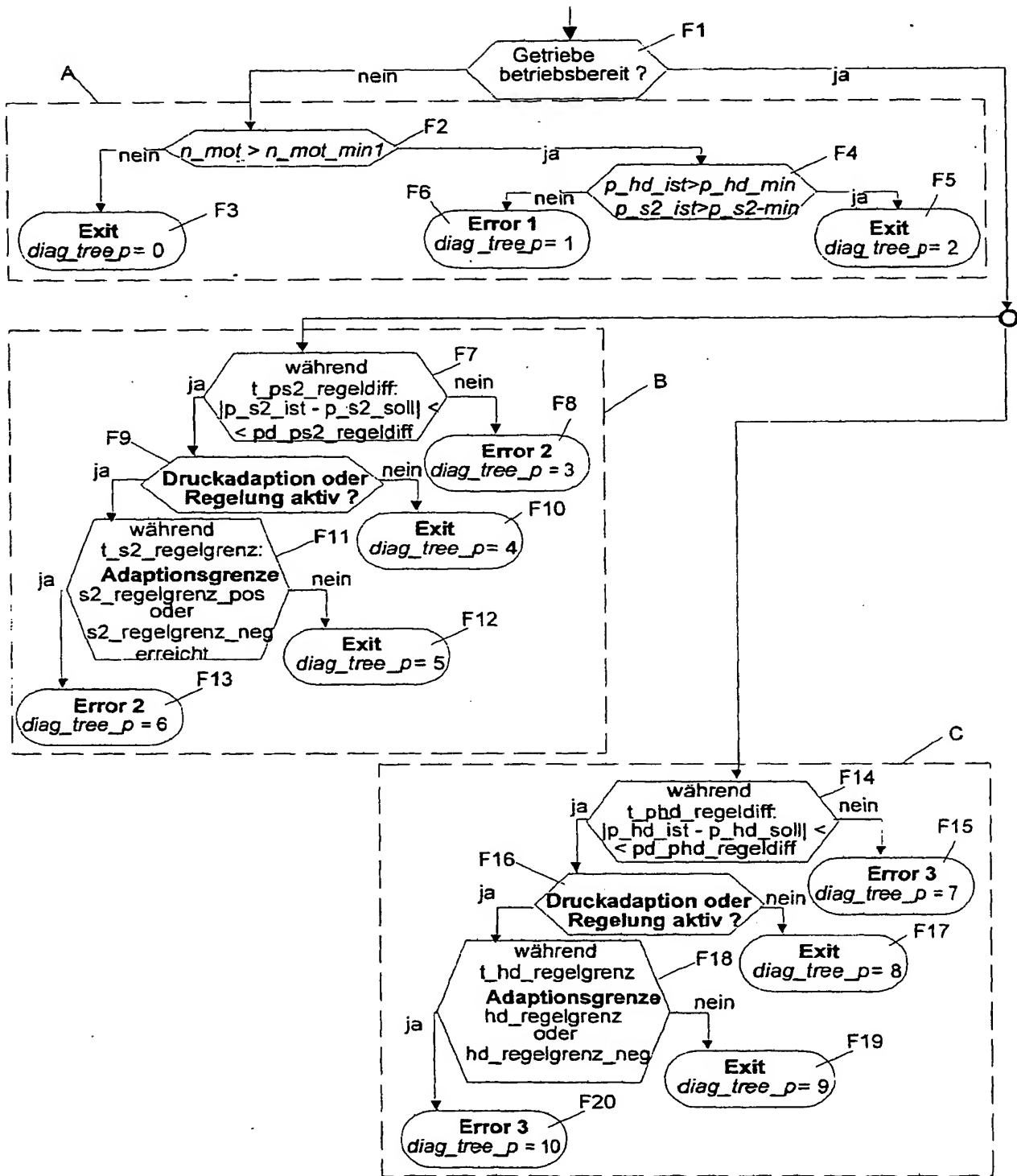


Fig. 2

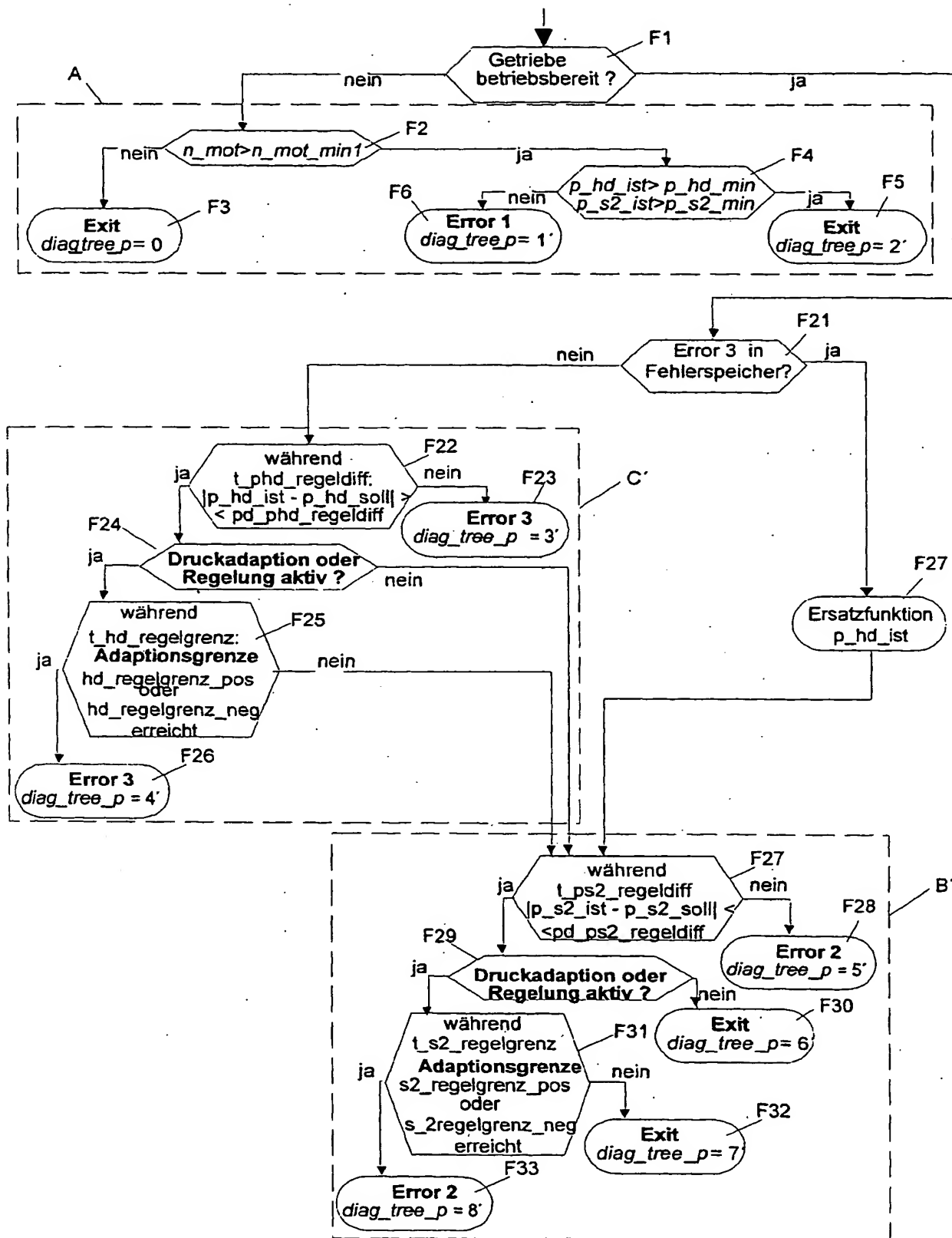
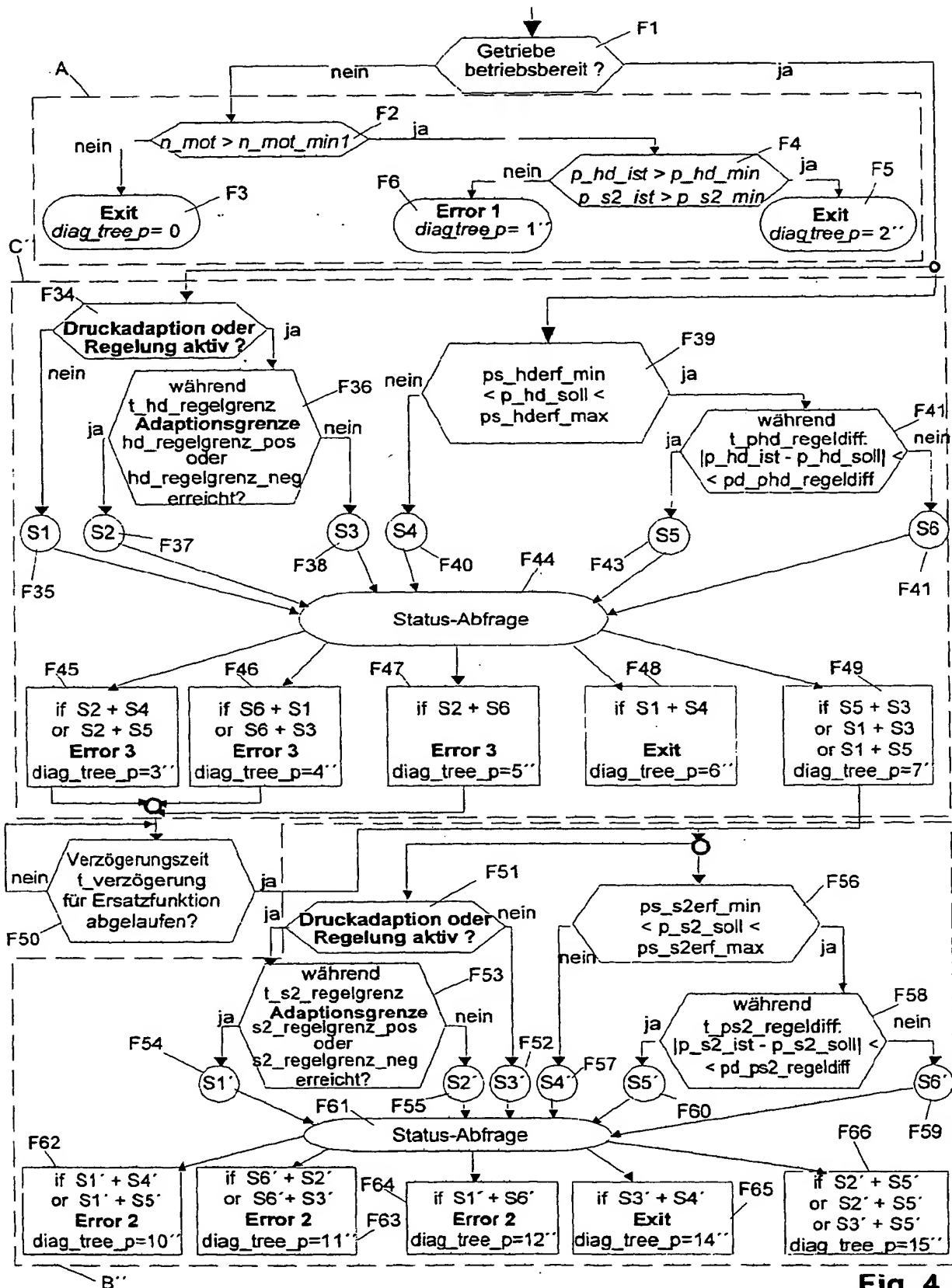


Fig. 3



**Fig. 4**